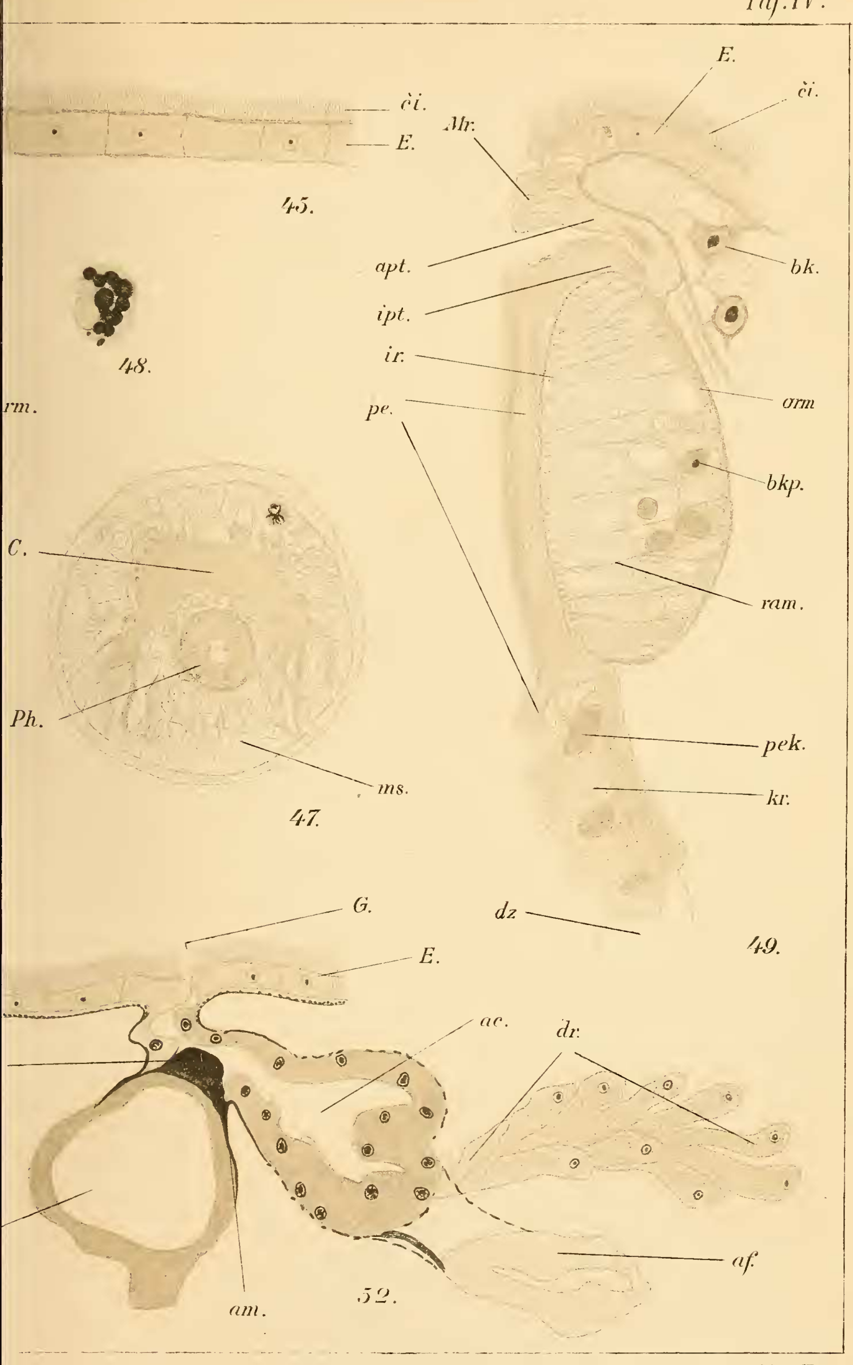
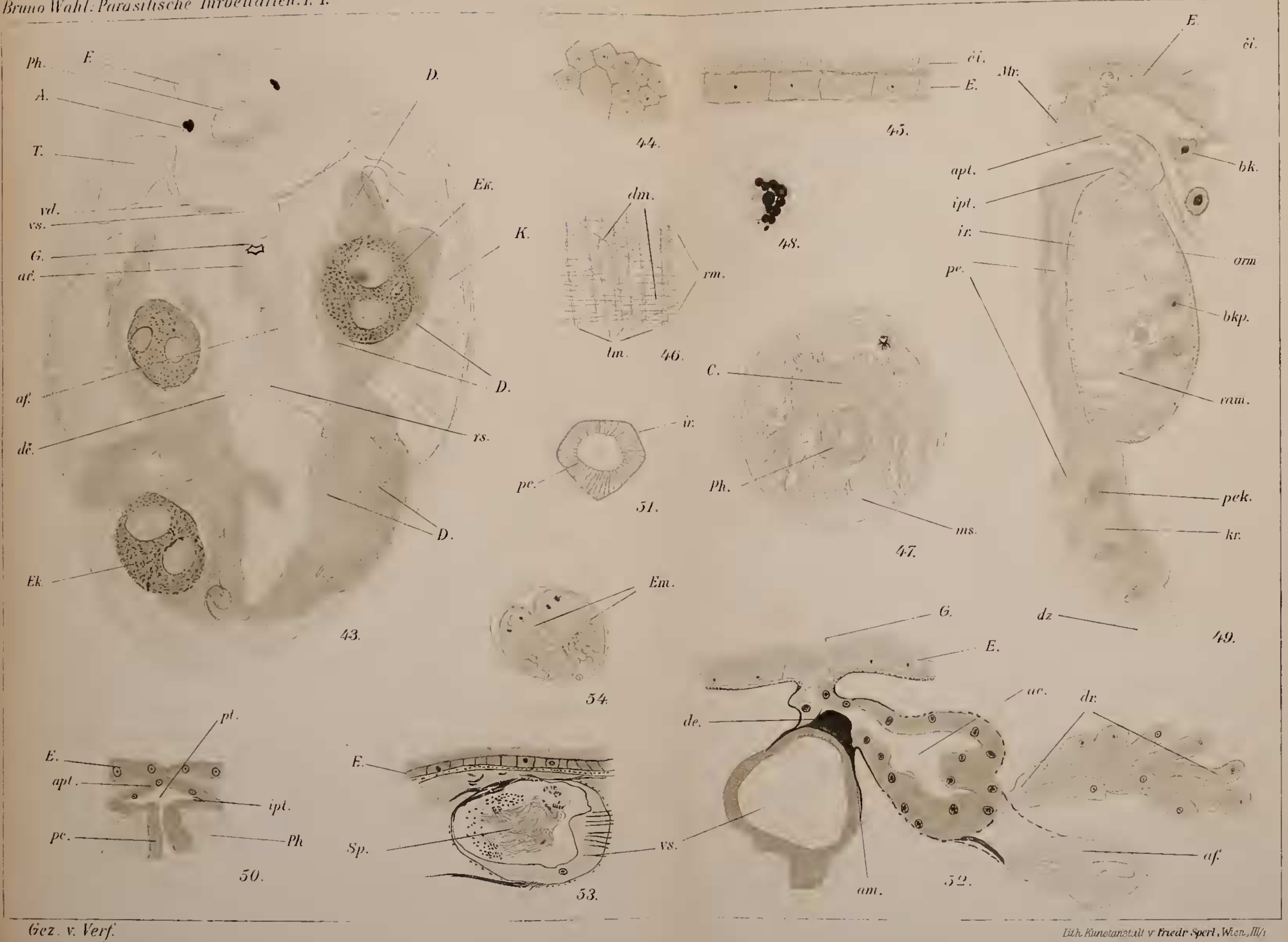


Lith. Kunstanstalt v. Friedr. Sperl, Wien, III/1.





Gez. v. Verf.

Lith. Kunstanstalt v. Friedr. Sperl, Wien, III/1



SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXV. BAND. IV. HEFT.

JAHRGANG 1906. — APRIL.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRISTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

(MIT 3 TAFELN.)

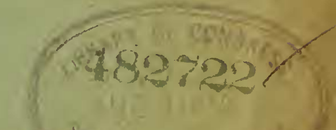


WIEN, 1906.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER.
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.



INHALT

des 4. Heftes, April 1906 des CXV. Bandes, Abteilung I der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse.

Preis des ganzen Heftes: 2 K 90 h — 2 M 90 pf.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXV. BAND. IV. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRISTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.



Myelin und Eiweißkristalle in der Frucht von *Capsicum annuum* L.

von

A. Nestler.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. deutschen Universität Prag.

Nr. 85 der 2. Folge.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. März 1906.)

I. Myelin.

Betrachtet man die gelbbraunen oder braunen Flächen der bekanntlich im oberen Teile unvollkommen ausgebildeten Scheidewände trockener Früchte von *Capsicum annuum* L.[1] mit der Lupe, so sieht man vereinzelt, mitunter in größerer Menge braune, feuchtglänzende Stellen von verschiedener Größe, auf welche zuerst Molisch[2] hingewiesen hat: »Die Epidermis der Scheidewände von *C. annuum* repräsentiert stellenweise eine Art Drüsengewebe, welchem die Abscheidung des Capsaïcins vornehmlich zukommt; zwischen Cuticula und den Epidermiszellen (= Drüsenzellen) sind Hohlräume, welche mit einem flüssigen Exkret erfüllt sind; dieses Exkret ist ein mit Kali leicht verseifbares Fett, welches intensiv scharf schmeckt und das Capsaïcin zweifellos in großen Mengen gelöst enthält.« Dadurch wurde die von A. Meyer[3] nachgewiesene

[1] Zu allen im folgenden angeführten Versuchen wurden reife, trockene Früchte aus den Jahren 1898 und 1905 verwendet.

[2] H. Molisch, Grundriß einer Histochemie der pflanzlichen Genußmittel, 1891, p. 54.

[3] A. Meyer, Der Sitz der scharf schmeckenden Substanz im spanischen Pfeffer, Pharm. Ztg., 1889, Nr. 16, p. 130.

Tatsache, daß der Sitz des Capsaïcins sich auf die Scheidewände beschränkt, bestätigt und näher erklärt.

Außer diesen feuchtglänzenden Drüsenflecken sieht man namentlich bei älteren Früchten, jedoch stets nur vereinzelt, kleine, weiße, wie Effloreszenzen erscheinende Fleckchen, die aus gut ausgebildeten, mitunter in einem Öltropfen liegenden Kristallen (Fig. 2, *a*), Kristallaggregaten und kristallinischen Stücken bestehen. Bringt man eine Spur dieser Substanz zunächst zur näheren mikroskopischen Prüfung auf einen Objektträger und von da auf die Zunge, so fühlt man sofort ein intensives Brennen, ein genügender Beweis, daß sie Capsaïcin enthält. Denn die physiologische Wirkung des Capsaïcins, die selbst die kleinsten, mit dem Auge nicht mehr wahrnehmbaren Teilchen derselben auszuüben vermögen, ist das einfachste und sicherste Reagens.[1]

Die Substanz jener feuchtglänzenden Drüsenfleckchen, die mitunter erst durch ein sanftes Streichen mit der Präpariernadel über die Fruchtscheidewand sichtbar werden — es wird dadurch die Cuticula entfernt und die Drüse bloßgelegt —, zeigt folgende Eigenschaften:

Berührt man sie mit dem Finger oder mit der Nadel, so bleibt ein Teil derselben haften; sie ist jedoch nicht klebrig. Unter dem Mikroskope erscheint sie als eine ölartige homogene Masse; mitunter ist sie durchsetzt von zahlreichen nadelförmigen und kurzen prismatischen Kristallen oder langen, stabförmigen Prismen, die von einem Punkte strahlig ausgehen oder wirr durcheinander liegen; seltener sah ich in der Ölmasse nur zahlreiche feine Nadeln.

Eine Spur dieses Sekretes, auf die Zunge gebracht, erzeugt ein heftiges Brennen. Es gelingt sehr leicht, eine Spur dieser Sekretmasse zu folgendem Versuch auf einen Objektträger zu übertragen: sie wird mit einem Deckgläschen bedeckt und unter dem Mikroskope (anfangs bei etwa 200 facher, später bei

---

[1] K. Micko (»Zur Kenntnis des Capsaïcins«, Zeitschr. f. Unters. der Nahr.- und Genußm., 1898, p. 825), der auf Grund seiner chemischen Untersuchungen dem Capsaïcin die Formel $C_{18}H_{28}NO_3$ zuschreibt, gibt an, daß schon ein Tropfen einer alkalisch-wässerigen Lösung, welche 0·01 *g* Capsaïcin in einem Liter enthält, auf der Zunge ein starkes, anhaltendes Brennen erzeugt.

schwächerer Vergrößerung) beobachtet, während man gleichzeitig einen Tropfen Ammoniak (ich verwendete stets eine 10prozentige, aus käuflichem Ammoniak bereitete Lösung) zufließen läßt; es zeigen sich sehr eigentümliche, schöne Bildungen, die, wie ich später näher erklären werde, bei anderen Substanzen in analoger Weise auftreten und als »Myelinformen« bekannt sind (Fig. 1). In der homogenen, farblosen, ölartigen Masse entstehen durch die Einwirkung des Ammoniaks sofort zahlreiche, mikroskopisch kleine Kügelchen; gleichzeitig sieht man am Rande des Öltropfens allmählich die sonderbarsten Gebilde hervortreten, vor allem dichtgedrängt homogene Fäden, die sehr lang werden können; andere, dickere Fäden zeigen genau in der Mitte einen Kanal; wieder andere sind am Ende spiralig eingerollt oder enden mit einer kompakten oder hohlen Kugel; sehr zierlich und regelmäßig gestaltet sind jene Bildungen, die in ihrer Form große Ähnlichkeit mit der Oscillaria *Spirulina Jenneri* haben; sie tragen mitunter an der Basis einen scheinbar kompakten Stiel, während der vordere, gedrehte Teil breit ist und im weiteren Verlaufe der Entwicklung seine regelmäßige Gestalt verliert; außerdem sieht man runde oder ellipsoidische oder unregelmäßig gestaltete Gebilde mit sehr schöner Schichtung. Es ist nicht möglich, die Mannigfaltigkeit dieser Gebilde entsprechend hervorzuheben. Man kann ihre allmähliche Entwicklung nach Zusatz des Ammoniaks eine Stunde und länger verfolgen, wenn man den Objektträger vollständig ruhig liegen läßt. Infolge der durch Verdunsten des Ammoniaks bewirkten Bewegung dieser Flüssigkeit wird allerdings später das Bild verwischt und undeutlich. Bringt man jedoch eine kleine Menge des Sekretes der Fruchtscheidewand mit der Nadel auf einen ausgehöhlten Objektträger, der mit einem Vaselinring versehen ist, fügt zur Sekretmasse einen Tropfen Ammoniak und verschließt die Höhlung mit einem Deckgläschen, so kann man, da nun jede Verdunstung des Ammoniaks ausgeschlossen ist, diese herrlichen Bildungen tagelang verfolgen, vorausgesetzt, daß Mikroskop und Objektträger vollständig ruhig bleiben. Durch Ammoniak (10prozentig), das etwas Safranin, Methylenblau oder einen anderen Anilinfarbstoff enthält, entstehen prachtvoll gefärbte Myelinformen,

da diese den Farbstoff gierig aufnehmen. Ich erwähne noch, daß die dickeren Myelinformen bei gekreuzten Nicols hell erscheinen.

Derartige sogenannte »Myelinformen« sind seit langer Zeit durch die Untersuchungen von Virchow und F. W. Beneke bekannt. »Aus der Schnittfläche von Nerven quellen bei Zusatz von Wasser aus dem Nerveninhalt kugelige, eiförmige und unregelmäßig geformte Gebilde hervor, welche nach Virchow als Formen einer besonderen Substanz »Myelin« (= Nervenmark) mit dem Namen Myelinformen bezeichnet wurden. Der Name »Myelin« für eine chemische Substanz ist jedoch längst aufgegeben.«[1] Dieselben schönen Formen wie bei dem Sekret der Fruchtscheidewand von *Capsicum annuum* erhält man, wenn man nach Neubauer[2] zu reiner Ölsäure Ammoniak zufließen läßt. »Es zeigen sich da die wunderbarsten Formen, deren allmähliche Entwicklung unter dem Mikroskope zu den interessantesten Erscheinungen gehört und lange Zeit den Beobachter fesseln kann. Wendet man statt Ölsäure ein an Ölsäure reiches Neutralfett, Olivenöl, Mandelöl etc. an, so entstehen, in gleicher Weise mit Ammon behandelt, dieselben Formen, allein viel langsamer; auch bleiben sie viel kleiner.« Bei Olivenöl und Mandelöl kann man die sehr zarten, sich rasch entwickelnden Myelinformen besser beobachten, wenn man kein Deckgläschen anwendet.

Myelinformen erhält man auch, wenn man nach Beneke[3] Cholesterinkristalle in Seifenwasser oder den Abdampfrückstand vom alkoholischen Extrakt des gekochten Eidotters in reinem Wasser beobachtet. Im letzteren Falle ist es die Wirkung des Wassers auf das Eidotterlecithin, wie überhaupt »alle Lecithine,

---

[1] Realenzyklopädie der Pharmazie, 7. Bd., 1889, p. 203.

[2] R. Virchow, Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie, 36. Bd., 1866, p. 303.

[3] E. Brücke, Über den Zusammenhang zwischen der freiwilligen Emulgierung der Öle und dem Entstehen sogenannter Myelinformen. Diese Sitzungsber., 1879, III. Abt., p. 268.

Beneke, Studien über das Vorkommen, die Verbreitung und die Funktion von Gallenbestandteilen in den tierischen und pflanzlichen Organismen. Gießen, 1862.

wenn man sie in lufttrockenem Zustande mit Wasser in Berührung bringt, zu Myelinformen aufquellen«.[1] Nach meiner Beobachtung bringt bei dem alkoholischen Extrakt des Eidotters 10prozentiges Ammoniak dieselbe Wirkung wie reines Wasser hervor.

Wenn man ein Stück der bekanntlich sehr fettreichen Papua-Macis (*Myristica argentea* Warb.) mit dem frischen Querschnitt auf einen Objektträger drückt, so bleibt ein Teil des Fettes haften; nach Zusatz von Ammoniak erhält man dieselben schönen Myelinformen wie bei dem Paprikasekret. Bei der weniger Fett enthaltenden Banda- (*Myristica fragrans* Houtt.) und Bombay-Macis (*M. malabarica* Lam.) muß man den Abdampfrückstand des alkoholischen Extraktes benützen; im letzteren Falle sind die Myelinbildungen auffallend gering.[2] Das Fett von *Cocos nucifera* (direkt aus dem festen Endosperm gewonnen oder der Abdampfrückstand von dem alkoholischen Extrakt) und von *Elaïs guineensis* zeigt nach demselben Vorgange keine Myelinformen; bei dem Kokosfett dringen aus der Masse nach Zusatz von Ammoniak nur zahlreiche größere und kleinere Kugeln hervor.

Zusatz von Wasser zum Sekret der Fruchtscheidewand von *C. annuum* (ferner zu Fettsäure und zu den anderen genannten Fetten und Ölen) gibt keine Myelinformen. Es besteht daher das Paprikasekret vorherrschend aus einem vielleicht an Ölsäure reichen Fett, das bei Zusatz von Ammoniak die Myelinformen hervorruft.

Fügt man, nachdem die Myelinformen durch den Einfluß von Ammoniak sich entwickelt haben, konzentrierte Kochsalzlösung hinzu, so ziehen sich die Myelinfäden sofort zurück, teilweise werden sie abgerissen und ballen sich zu Kugeln und Klumpen zusammen; dasselbe erreicht man durch Zusatz von Essigsäure. Läßt man zu der ursprünglichen Sekretmasse Essigsäure oder konzentrierte Kochsalzlösung hinzufließen, so

---

[1] Fr. Czapek, Biochemie der Pflanzen, I. Bd., 1905, p. 153.

[2] Die Bildung von »myelinartigen Körpern« erwähnt auch Molisch bei der Erklärung seiner Fettverseifungsmethode (Zusatz eines Gemisches von gleichen Volumteilen wässeriger konzentrierter Kalilauge und wässeriger konzentrierter Ammoniaklösung zu fettem Öle). H. Molisch, l. c., p. 10.

zerfällt sie in einzelne Tropfen; durch Ammoniak entstehen nun um jeden Tropfen schöne Myelinformen. Die Bildung der Myelinformen ist daher eine durch Ammoniak bewirkte Quellungserscheinung, wie sie in analoger, einfacher Weise das Sekret der Drüsenhaare von *Dipsacus sylvestris* zeigt.[1]

Wenn man zu einem vollständig homogenen Sekret der Fruchtscheidewand von *C. annuum* Ammoniak hinzufließen läßt, so entstehen außer den schönen Myelinformen sehr zahlreiche, gut ausgebildete, monokline Kristalle (Fig. 1 und 3), deren mikrochemische Eigenschaften später angegeben werden.

Man kann sich auf leichte Weise größere Mengen der zu Myelinformen geeigneten Substanz verschaffen, wenn man etwa zwei Fruchtscheidewände kurze Zeit (3 bis 5 Minuten) mit Alkohol (96prozentig) extrahiert; dann filtriert man, um Verunreinigungen zu entfernen, und verdampft das Filtrat auf dem Wasserbade; es bleibt eine schwach gelbliche, mitunter auch farblose, ölartige Substanz zurück. Eine sehr kleine Menge derselben, etwa so groß, wie sie mit der Präpariernadel aufgenommen werden kann, wirkt auf der Zunge heftig brennend; sie enthält viel Capsaïcin.

Mikroskopisch betrachtet, sieht der Abdampfrückstand homogen, farblos oder schwach gelblich aus; erst nach 24 bis 48 Stunden sieht man in ihm Kristalle von der bekannten Form (Fig. 3). Fügt man zu dem Abdampfrückstand in dem Porzellanschälchen Ammoniak hinzu, so sieht man nach einigen Stunden ruhigen Stehens in dem nun gelblich gefärbten Ammoniak große Flocken herumschwimmen, welche durchwegs aus jenen wohlausgebildeten Kristallen bestehen.

Sehr schöne, rötliche Myelinformen erhält man, wenn man den blutrot gefärbten, beißenden Abdampfrückstand des alko-

---

[1] R. Rostok, Über die biologische Bedeutung der Drüsenhaare von *Dipsacus sylvestris*. Bot. Ztg., 1904. »Die in den Becken und auf anderen Teilen der Blätter von *Dipsacus sylvestris* vorkommenden Drüsenhaare stoßen nach Cohn, sobald sie mit Wasser in Berührung kommen, aus ihrem Scheitel einen oder mehrere dünne Fäden aus; setzt man dem Wasser osmotisch wirksame Substanzen zu, so verschwinden die Fäden mit großer Schnelligkeit in der Drüse; verwendet man Ammoniak, so verlängern sie sich auffallend. Darwin erhielt durch Anwendung von Ammoniak ball- oder wurstförmige Massen, die freiwillig ihre Form änderten und fast amöboide Bewegungen ausführten.«

holischen Extraktes von normalem, gepulvertem Paprika verwendet; auffallenderweise kommt es hier, selbst nicht bei Anwendung eines viele Tage alten Abdampfrückstandes, zur Bildung jener charakteristischen Kristalle, wie sie stets bei demselben Vorgange die Fruchtscheidewand oder direkt das Sekret derselben zeigt.

Ein gepulverter, schön rot gefärbter Paprika, der aus allen Teilen der Frucht bestand und nach chemischer und mikroskopischer Untersuchung keine Verfälschung zeigte, aber keine Spur eines beißenden Geschmackes besaß, gab einen roten Abdampfrückstand, der, auf die Zunge gebracht, gleichfalls ohne Wirkung war; er besaß also kein Capsaïcin. Bei Anwendung von Ammoniak erhielt ich dieselben schönen, roten Myelinformen wie bei dem normalen Paprika, jedoch ebenfalls keine Kristalle.

Der Abdampfrückstand des alkoholischen Extraktes der Fruchtwand allein, der, wie der Geschmack zeigt,[1] kein Capsaïcin enthält,[2] gibt nur vereinzelte, dicke Myelinfäden und

[1] Die Fruchtwand hat infolge des reichen Gehaltes an reduzierendem Zucker einen süßlichen Geschmack. H. Molisch, l. c., p. 53.

[2] Nach Gy. Istvánffi (Beih. zum bot. Zentralbl., III. Jahrg., 1893, p. 469) soll Capsaïcin nicht allein in den Drüsen der Fruchtscheidewand, sondern auch im Perikarp und im Samen vorkommen, weil hier gewisse mikrochemische Reaktionen (mit Kalilauge und Chlorammon, Salpetersäure, Schwefelsäure etc.) mit denen des Drüsengewebes der Scheidewand übereinstimmen. Aus dieser Übereinstimmung den Schluß zu ziehen, daß in diesen Geweben auch Capsaïcin enthalten sein muß, scheint mir nicht richtig zu sein. Wenn z. B. Schwefelsäure die Drüsenzellen, namentlich das abgezogene Drüsengewebe nach Istvánffi schön rosenrot färbt, so ist dies eine der bekannten Eiweißreaktionen. (Tatsächlich enthält die Fruchtscheidewand viel reduzierenden Zucker und namentlich in der Epidermis mitunter sogar sehr große Mengen von Eiweiß, wie ich später zeigen werde.) Tritt die Rosafärbung bei einem anderen Gewebe derselben Frucht ein, so können wir nicht auf Capsaïcin schließen, sondern eben nur urteilen, daß hier sehr wahrscheinlich gleichfalls Eiweiß und Zucker vorhanden sind. Selbst wenn alle jene von Istvánffi angeführten Reaktionen bei zwei oder mehreren verschiedenen Geweben mit denen des Drüsengewebes übereinstimmen, so ist das nach meiner Meinung noch kein Beweis, daß alle diese Gewebe auch Capsaïcin enthalten müssen. Ein sicheres, mikrochemisches Reagens, das an der reinen Substanz erprobt ist, kennen wir bis heute nicht; das feinste Reagens ist, wie schon gesagt, der Geschmack. Da nun die Fruchtwand keine Spur eines beißenden Geschmackes erkennen läßt, so enthält sie kein Capsaïcin. Die von

runde Gebilde, die wie eine eingerollte Uhrfeder aussehen oder eine netzartige Zeichnung haben. Auch hier von Kristallen keine Spur. Direkte Gewebestücke der Fruchtwand geben nach Zusatz von Ammoniak keine Myelinformen.[1] Man kann also schließen, daß das zu Myelinformen sich eignende Öl in der Fruchtwand nur in geringer Menge vorhanden ist.

Auch von der Fruchtscheidewand geben nur solche Fragmente Myelinformen, die eine Drüse enthalten; hier erhält man auch gleichzeitig die bekannten Kristalle.

Macht man einige Querschnitte durch eine Fruchtscheidewand etwa in der Mitte derselben (in Beziehung auf die Längsachse der Frucht), so wird man sicher einige Stellen mit drüsenartigen Hohlräumen finden; diese zeigten sich (bei trockenen Früchten aus dem Jahre 1905) nach Zusatz von Ammoniak stets nach innen eingesenkt, so daß die Epidermiszellen eine nach außen konkave Linie bildeten (Fig. 4); die Cuticula *(c)* nicht nach außen gewölbt, sondern (im Querschnitt) als gerade Linie über den Hohlraum gespannt; in der Drüsenhöhle zahlreiche Myelinformen und Kristalle. An anderen Stellen des Querschnittes fehlen die Myelinformen vollständig sowohl an und in den Epidermiszellen als auch in dem zusammengedrückten Mesophyll.

Aus allen diesen Versuchen kann man schließen, daß das Sekret in den Drüsen der Fruchtscheidewand eine große Menge von zu Myelinformen geeignetem Öl und, wie durch den Geschmack sicher nachzuweisen ist, Capsaïcin enhält; das Capsaïcin beschränkt sich nur auf die Scheidewand, und zwar auf das Drüsensekret; mit dem zu Myelinformen geeigneten Öl ist aber keineswegs immer Capsaïcin verbunden, wie die Versuche mit dem capsaïcinfreien, gepulverten Paprika und der Fruchtwand deutlich zeigen.

A. Meyer und H. Molisch ausgesprochene Ansicht, daß nur die Fruchtscheidewände die Träger des Capsaïcins sind, ist daher durch die Untersuchungen von Istvánffi weder erschüttert noch widerlegt.

[1] Es entstehen hier auf dem Gewebestück und außerhalb desselben stets zahlreiche, kleine, an beiden Enden mit einem mehr weniger tiefen Einschnitt versehene Prismen und Aggregate derselben von unbekannter Natur. Sie sind mit den Kristallen (Fig. 3) niemals zu verwechseln.